

<b>1</b>	<b>Unfall- und Arbeitssicherheit .....</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>Verbindungstechnik .....</b>	<b>48</b>
1.1	<b>Elektrische Energie und ihre Gefahren .....</b>	11	4.1	<b>Zurichten isolierter Leitungen .....</b>	48
1.1.1	Energiewirtschaftsgesetz .....	11	4.2	<b>Schraubverbindungen .....</b>	49
1.1.2	Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) .....	11	4.2.1	Arten von Schraubverbindungen .....	49
1.1.3	Unfallverhütung .....	12	4.2.2	Schrauben, Muttern, Schraubenprofile und Schraubensicherungen .....	49
1.1.4	VDE-Vorschriftenwerk .....	12	4.2.3	Lösen festsitzender Schraubverbindungen .....	50
1.2	<b>Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz .....</b>	13	4.2.4	Biegen von Ösen .....	51
1.2.1	Gefahrstoffkennzeichnung .....	13	4.3	<b>Lötfreie Verbindungstechniken .....</b>	52
1.2.2	Sicherheitszeichen .....	13	4.3.1	Crimpen .....	52
1.3	<b>Die fünf Sicherheitsregeln .....</b>	15	4.3.2	Wire-Wrap-Verbindung .....	53
1.4	<b>Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen .....</b>	17	4.3.3	Termi-Point-Verbindung .....	53
1.4.1	Sicherheit beim Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagen- teilen .....	17	4.3.4	Isolations-Durchdringungsverfahren .....	53
1.4.2	Sicherheit beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagenteilen .....	17	4.3.5	Klemmenverbindungen .....	54
1.4.3	Sicherer Umgang mit Werkzeug und Gerät .....	18	4.4	Weichlöten .....	56
1.4.4	Schutzkleidung, Schutzausrüstung .....	19			
	Praxistipp: Schutzzabstände zu spannungs- führenden Teilen .....	20			
<b>2</b>	<b>Isolierte Leitungen und Kabel .....</b>	<b>21</b>	<b>5</b>	<b>Überlastschutz und Kurzschluss- schutz .....</b>	<b>60</b>
2.1	<b>Aufbau und Anforderungen an isolierte Leitungen und Kabel .....</b>	21	5.1	<b>Schmelzsicherungen .....</b>	60
2.2	<b>Leitungen .....</b>	23	5.1.1	Schraubsicherungssysteme .....	60
2.3	<b>Kabel .....</b>	27	5.1.2	NH-Sicherungssystem .....	62
<b>3</b>	<b>Verlegen von Leitungen und Kabeln .....</b>	<b>30</b>	5.1.3	Betriebsklassen von Niederspannungssicherungen .....	63
3.1	<b>Grundsätze der Leitungsverlegung .....</b>	30	5.1.4	Geräteschutzsicherungen .....	63
3.2	<b>Die klassischen Verlegearten .....</b>	30	5.2	<b>Leitungsschutzschalter .....</b>	64
3.2.1	Leitungsverlegung auf Putz .....	30	5.3	<b>Überlastschutz von Asynchronmotoren .....</b>	65
3.2.2	Leitungsverlegung im Putz .....	34	5.3.1	Motorschutzschalter .....	65
3.2.3	Leitungsverlegung unter Putz .....	35	5.3.2	Thermisches Überlastrelais .....	66
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsrohren .....	36	5.3.3	Motorschutz durch Thermistoren .....	67
3.3	<b>Elektroinstallation im Fertigbau .....</b>	38	5.4	<b>Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und isolierten Leitungen .....</b>	68
3.3.1	Leitungsverlegung im Beton .....	38	5.4.1	Strombelastbarkeit von fest verlegten Kabeln und Leitungen .....	68
3.3.2	Leitungsverlegung in Hohlwänden .....	39	5.4.2	Zuordnung der Überstrom-Schutz- einrichtungen .....	70
3.4	<b>Leitungsverlegung in Installationskanälen .....</b>	40	5.4.3	Praxistipp: Leitungsdimensionierung .....	71
3.4.1	Verlegung in Leitungskanälen .....	40	5.4.4	Überlastschutz von Kabeln und isolierten Leitungen .....	73
3.4.2	Verlegung in Geräteeinbaukanälen .....	41		Kurzschlussschutz von Kabeln und isolierten Leitungen .....	73
3.4.3	Verlegung in Sockelleistenkanälen .....	42			
3.4.4	Verlegung in Aufbodenkanälen .....	42			
3.5	<b>Unterflur-Installationssysteme .....</b>	42			
3.5.1	Estrichüberdecktes Kanalsystem .....	43			
3.5.2	Estrichbündiges Kanalsystem .....	43			
3.5.3	Imbeton-Kanalsystem .....	43			
3.5.4	Doppelboden-System .....	43			
3.6	<b>Brandschottung in elektrischen Anlagen .....</b>	44			
3.7	<b>Verlegung auf Kabeltragegestellen .....</b>	44			
	Praxistipp: Trennstände zwischen Stromversorgungs- und Kommunikations- leitungen .....	45			
3.8	<b>Verlegung im Erdreich .....</b>	46			
3.9	<b>Verlegen von Freileitungen .....</b>	47			
<b>6</b>	<b>Bauteile und Schaltungen der Energietechnik .....</b>	<b>75</b>			
6.1	<b>Technische Unterlagen .....</b>	75			
6.1.1	Betriebsmittelkennzeichnung .....	75			
6.1.2	Schaltungsunterlagen .....	75			
6.2	<b>Stecksysteme .....</b>	77			
6.2.1	Zweipolare Steckvorrichtungen mit und ohne Schutzkontakt .....	77			
6.2.2	Herstellen einer Schutzkontakt- Verlängerungsleitung .....	79			
6.2.3	Perilex-Steckvorrichtungen .....	79			
6.2.4	Kragensteckvorrichtungen .....	80			
6.3	<b>Befehls- und Meldegeräte .....</b>	82			
6.3.1	Schalter und Taster .....	82			
6.3.2	Installationsschalter .....	83			
6.3.3	Drucktaster und Leuchtmelder .....	84			
6.3.4	Positionsschalter .....	84			

6.3.5	Näherungsschalter.....	85	7.3.3	Steuerleitungen .....	116
6.3.6	Schalter für Maschinen und Anlagen .....	86	7.3.4	Stromkreisverteiler.....	116
<b>6.4</b>	<b>Elektromagnetische Schalter.....</b>	<b>87</b>	<b>7.4</b>	<b>Praxistipp: Planen eines Zählerschrances</b>	<b>117</b>
6.4.1	Relais .....	87	7.4.1	<b>Wohnungsinstallation.....</b>	<b>119</b>
6.4.2	Schütze .....	89	7.4.2	Elektroinstallation im Wohnbereich.....	119
6.4.3	Zeitabhängige elektromagnetische Schalter .....	90	7.4.3	Elektroinstallation in der Küche .....	120
6.4.4	Kontakt- und Anschlussbezeichnungen elektromagnetischer Schalter.....	91	7.4.4	Installationsformen .....	121
<b>6.5</b>	<b>Installationsschaltungen.....</b>	<b>92</b>	<b>7.5</b>	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche .....	122
6.5.1	Installationsschaltungen mit Schaltern .....	92	7.5.1	Praxistipp: Ausstattungsumfang der Elektroinstallation in Wohngebäuden .....	124
6.5.2	Beleuchtung und Betriebszustandsanzeige bei Installationsschaltern .....	93	7.5.2	<b>Telekommunikationsanlagen.....</b>	<b>126</b>
6.5.3	Installationsschaltungen mit elektromagnetischen Schaltern .....	94	7.5.3	Hausrufanlagen .....	126
6.5.4	Bewegungsmelder.....	95	7.5.4	Haussprechanlagen .....	126
6.5.5	Netzfreischalter.....	95	7.5.5	Errichten von Telekommunikationsanlagen .....	129
<b>6.6</b>	<b>Steuer- und Meldestromkreise mit elektromagnetischen Schaltern.....</b>	<b>96</b>	7.5.6	Analoge Telekommunikationsanlagen .....	130
6.6.1	Betriebsbedingungen und Ausführung von Steuer- und Meldestromkreisen.....	96	7.6	Digitale Telekommunikationsanlagen (ISDN-Anlagen).....	131
6.6.2	Grundschaltungen mit Schützen .....	98	7.6.1	DSL-Technologie .....	133
6.6.3	Folge- und Verriegelungsschaltung.....	98	7.6.2	<b>Antennen und Empfangsanlagen.....</b>	<b>134</b>
6.6.4	Stern-Dreieck-Schaltung .....	99	7.6.3	Antennenanlagen für terrestrischen Empfang .....	134
	Praxistipp: Stromlaufpläne lesen .....	100	7.6.4	Satelliten-Empfangsanlagen.....	137
6.6.5	Dahlanderschaltung .....	101		Digitale terrestrische Empfangsanlagen .....	139
6.6.6	Klemmenplan .....	102		Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen).....	140
<b>6.7</b>	<b>Kleinsteuerungen.....</b>	<b>103</b>		Praxistipp: Umstellung vom analogen zum digitalen Sat-Empfang .....	141
6.7.1	Aufbau, Einbau und Anschluss.....	103	<b>7.7</b>	<b>Gefahrenmeldeanlagen.....</b>	<b>142</b>
6.7.2	Programmierung .....	104	7.7.1	Einbruchmeldeanlagen .....	142
<b>6.8</b>	<b>Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS).....</b>	<b>105</b>	7.7.2	Brandmeldeanlagen .....	145
6.8.1	Aufbau einer SPS .....	105	<b>7.8</b>	<b>Gebäudesystemtechnik.....</b>	<b>146</b>
6.8.2	Anschluss einer SPS .....	105	7.8.1	KNX-System .....	146
6.8.3	Arbeitsweise einer speicherprogrammierbaren Steuerung .....	106	7.8.2	KNX-Powernet .....	149
6.8.4	Programmierung einer speicherprogrammierbaren Steuerung .....	106			
6.8.5	Sicherheitstechnische Anforderungen an speicherprogrammierbare Steuerungen..	107			
6.8.6	Strukturierte Programmierung .....	108			
6.8.7	Anwendungsbeispiel .....	109			

**7****Elektrische Anlagen in Wohngebäuden.....**

<b>8</b>	<b>Blitzschutz.....</b>	<b>151</b>
8.1	Äußerer Blitzschutz .....	151
8.2	Innerer Blitzschutz .....	153
8.3	Trennungsabstand .....	155
8.4	Prüfen der Blitzschutzesysteme .....	155

**7****Elektrische Anlagen in Wohngebäuden.....**

<b>9</b>	<b>Sonderinstallationen .....</b>	<b>156</b>
9.1	<b>Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten .....</b>	<b>156</b>
9.2	<b>Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten .....</b>	<b>158</b>
9.3	<b>Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen .....</b>	<b>159</b>
9.4	<b>Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen .....</b>	<b>162</b>
9.5	Elektrische Anlagen auf Baustellen .....	165
9.6	Beleuchtungsanlagen für Innenräume .....	166
9.6.1	Schaltungen von Leuchtstofflampen .....	166
9.6.2	Niedervolt-Halogentechnik .....	168
9.7	<b>Leuchtröhrenanlagen .....</b>	<b>170</b>
9.8	<b>Fotovoltaikanlagen .....</b>	<b>171</b>
	Praxistipp: Komponenten einer Fotovoltaikanlage auswählen .....	173

**7****Elektrische Anlagen in Wohngebäuden.....**

7.1	<b>Hausanschluss .....</b>	<b>111</b>
7.1.1	Kabelanschluss .....	111
7.1.2	Hausanschlussraum .....	111
7.1.3	Hausanschlusswand .....	112
7.1.4	Hausanschlussnische .....	112
7.2	<b>Schutzzpotenzialausgleich in Wohngebäuden .....</b>	<b>112</b>
7.2.1	Fundamenterde .....	113
7.2.2	Ausführung des Schutzzpotenzialausgleichs .....	113
7.3	<b>Hauptstromversorgungssysteme .....</b>	<b>114</b>
7.3.1	Hauptleitungen .....	114
7.3.2	Zählerplätze .....	115

<b>10</b>	<b>Messen in elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln</b> .....	<b>175</b>
10.1	Messen und Prüfen .....	175
10.2	Begriffe der Messtechnik .....	176
10.3	Analoge und digitale Anzeige .....	176
10.4	Messwerke .....	177
10.5	Messfehler .....	177
10.6	Messen von Stromstärke, Spannung und Widerstand .....	179
10.7	Messen mit Vielfach-Messinstrumenten .....	184
10.8	Messkategorien, Messen nicht-sinusförmiger Wechselgrößen .....	185
10.9	Messen der elektrischen Leistung .....	186
10.10	Messen der elektrischen Arbeit .....	187
	Praxistipp: Messen von Strom und Spannung .....	189
10.11	Messen mit dem Elektronenstrahl-Oszilloskop .....	190
10.11.1	Inbetriebnahme des Oszilloskops .....	190
10.11.2	Spannungsmessungen .....	191
10.11.3	Messen der Frequenz und der Zeit .....	192
10.11.4	Messen von Strömen .....	192
10.11.5	Messen der Phasenverschiebung .....	192
10.11.6	Kennlinienaufnahme .....	193
<b>11</b>	<b>Schutzmaßnahmen</b> .....	<b>194</b>
11.1	Auswahl der Betriebsmittel .....	194
11.2	Schutz gegen elektrischen Schlag .....	195
11.3	Drehstromsysteme .....	196
11.4	Anforderungen an den Basisschutz .....	197
11.4.1	Basisschutz unter normalen Bedingungen .....	197
11.4.2	Basisschutz unter besonderen Bedingungen .....	197
11.5	Anforderungen an den Fehlerschutz .....	198
11.6	Schutz durch automatische Abschaltung im TN-, TT- und IT-System .....	199
11.6.1	TN-System .....	199
11.6.2	TT-System .....	200
11.6.3	IT-System .....	200
11.7	Doppelte oder verstärkte Isolierung .....	202
11.8	Schutztrennung .....	202
11.9	Schutz durch Kleinspannung .....	203
11.10	Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) .....	203
11.10.1	Funktion von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) .....	204
11.10.2	Differenzstrom-Schutzeinrichtungen .....	205
11.11	Besondere Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden .....	206
11.12	Prüfen der Schutzmaßnahmen .....	207
11.12.1	Prüfen durch Besichtigen .....	207
11.12.2	Prüfen durch Erproben und Messen .....	207
11.12.3	Prüfen durch Messen an Drehstromsystemen .....	208
11.12.4	Prüfen von RCDs .....	210
11.12.5	Prüfen bei Kleinspannung und Schutztrennung .....	210
11.12.6	Isolationswiderstand in nicht leitender Umgebung .....	211
11.12.7	Wiederkehrende Prüfungen .....	212
	Praxistipp: Wiederkehrende Prüfung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden ..	213
<b>12</b>	<b>Schaltungen und Bauteile der Elektronik</b> .....	<b>215</b>
12.1	Gedruckte Schaltungen .....	215
12.1.1	Aufbau der Leiterplatte .....	215
12.1.2	Herstellen gedruckter Schaltungen .....	215
12.1.3	Erstellen einer Leiterplatte am Beispiel eines Durchgangsprüfers .....	216
12.1.4	Zurichten elektronischer Bauelemente ..	217
12.1.5	SMD-Technik .....	218
12.2	Widerstände .....	220
12.2.1	Festwiderstände .....	220
12.2.2	Einstellbare Widerstände .....	221
12.2.3	Nichtlineare Widerstände .....	221
12.2.4	Prüfen von Widerständen .....	222
12.3	Kondensatoren .....	222
12.3.1	Kennzeichnung und Abmessungen von Kondensatoren .....	223
12.3.2	Prüfen von Kondensatoren .....	223
12.4	Halbleiterbauelemente .....	224
12.4.1	Dioden .....	224
12.4.2	Gleichrichterschaltungen .....	225
12.4.3	Z-Dioden (Begrenzerdiode) .....	227
12.4.4	Transistoren .....	228
12.4.5	Spannungsstabilisierungen .....	232
12.4.6	Thyristoren .....	233
12.4.7	Triacs .....	234
12.4.8	Diac .....	235
12.4.9	Kühlung von Halbleiterbauelementen .....	236
12.4.10	Optoelektronische Bauelemente .....	237
12.4.11	Integrierte Schaltungen (IC) .....	238
<b>13</b>	<b>Computertechnik</b> .....	<b>239</b>
13.1	Bestandteile und Funktionsweise eines Computers .....	239
13.2	Hardware für Personal-Computer (PC) .....	240
13.2.1	Chipsatz eines PC .....	240
13.2.2	Mainboard .....	241
13.2.3	Mikroprozessor und Arbeitsspeicher .....	241
13.2.4	Schnittstellen und Anschlüsse .....	242
13.2.5	Peripherie .....	243
13.3	Software für Personal-Computer .....	245
13.4	Computer-Netzwerke .....	246
13.4.1	Netzwerkverbindung .....	246
13.4.2	Netzwerkeinstellungen .....	247
13.4.3	Netzwerkdrucker einrichten .....	248
13.4.4	Internetzugang einrichten .....	248
13.4.5	WLAN .....	249
	Praxistipp: Lokales Netzwerk (LAN) installieren .....	250

<b>14</b>	<b>Elektrogeräte .....</b>	<b>251</b>	<b>16.2.5</b>	<b>Drehstrommotoren an Wechselspannung .....</b>	<b>292</b>
<b>14.1</b>	<b>Kleingeräte .....</b>	<b>251</b>		<b>Praxistipp: Anschließen eines Drehstrom-Asynchronmotors .....</b>	<b>293</b>
14.1.1	Elektrowärmegeräte .....	251	<b>16.2.6</b>	Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren .....	294
14.1.2	Geräte mit elektromotorischem Antrieb ..	253	<b>16.3</b>	<b>Einphasenwechselstrommotoren .....</b>	<b>296</b>
14.1.3	Funkentstörung bei Kleingeräten .....	254	16.3.1	Wechselstrommotoren mit Kurzschlussläufer .....	296
<b>14.2</b>	<b>Großgeräte .....</b>	<b>255</b>	16.3.2	Spaltpolmotoren .....	297
14.2.1	Elektroherd .....	255	16.3.3	Universalmotoren .....	297
14.2.2	Mikrowellengerät .....	258	<b>16.4</b>	<b>Gleichstrommotoren .....</b>	<b>298</b>
14.2.3	Waschmaschinen .....	259	16.4.1	Aufbau und Wirkungsweise .....	298
14.2.4	Wäschetrockner .....	260	16.4.2	Fremderregter Motor .....	299
14.2.5	Geräte zur Warmwasserversorgung .....	261	16.4.3	Nebenschlussmotor .....	299
<b>14.3</b>	<b>Elektrische Raumheizung .....</b>	<b>265</b>	16.4.4	Reihenschlussmotor .....	299
<b>15</b>	<b>Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten .....</b>	<b>269</b>	16.4.5	Doppelschlussmotor .....	300
<b>15.1</b>	<b>Fehlerarten .....</b>	<b>269</b>	16.4.6	Drehzahleinstellung und Drehrichtungs-umkehr bei Gleichstrommotoren .....	300
<b>15.2</b>	<b>Fehlersuche in elektrischen Anlagen .....</b>	<b>270</b>	<b>16.5</b>	<b>Servomotoren .....</b>	<b>301</b>
15.2.1	Mechanische Fehler .....	270	16.5.1	Gleichstromservomotoren .....	301
15.2.2	Leiterunterbrechungen .....	270	16.5.2	Drehstromservomotoren .....	302
15.2.3	Auffinden von Kurzschläüssen .....	271	<b>16.6</b>	<b>Wartung und Pflege von Elektromotoren .....</b>	<b>303</b>
15.2.4	Auffinden von Körperschlüssen, Erdschlüssen und Leiterschlüssen .....	272	<b>16.7</b>	<b>Betriebsstörungen bei Gleichstrom-motoren .....</b>	<b>305</b>
<b>15.3</b>	<b>Fehlersuche in elektrischen Geräten .....</b>	<b>273</b>	<b>16.8</b>	<b>Transformatoren .....</b>	<b>306</b>
15.3.1	Systematische Fehlersuche .....	273	16.8.1	Aufbau und Wirkungsweise .....	306
15.3.2	Fehlerarten und Fehlerursachen in elektrischen Geräten .....	274	16.8.2	Bauarten von Transformatoren .....	306
15.3.3	Fehlersuche am Beispiel einer Kochplatte ..	274	16.8.3	Betriebsbedingungen von Transformatoren .....	307
<b>15.4</b>	<b>Instand setzen von Elektrogeräten .....</b>	<b>275</b>	16.8.4	Dimensionierung von Transformatoren ..	310
<b>15.5</b>	<b>Prüfen von instand gesetzten Elektrogeräten .....</b>	<b>279</b>	16.8.5	Drehstromtransformatoren .....	312
15.5.1	Sichtprüfung .....	279	<b>16.9</b>	<b>Wicklungen von Transformatoren und Elektromotoren .....</b>	<b>313</b>
15.5.2	Schutzleiterprüfung .....	279	16.9.1	Wickeln, isolieren und prüfen von Kleintransformatoren .....	313
15.5.3	Messen des Isolationswiderstandes .....	280	16.9.2	Wicklungen von Gleichstrommaschinen ..	314
15.5.4	Messen des Schutzleiterstromes und des Berührungsstromes .....	280	16.9.3	Wicklungen von Drehstrommaschinen ..	315
15.5.5	Ersatz-Ableitstrommessung .....	281	16.9.4	Herstellen von Wicklungen .....	315
15.5.6	Funktionsprüfung .....	281	16.9.5	Isolieren von Wicklungen .....	315
	Praxistipp: Prüfen netzbetriebener Elektrogeräte .....	282	16.9.6	Prüfen von Wicklungen .....	316
<b>16</b>	<b>Elektrische Maschinen .....</b>	<b>283</b>	<b>17</b>	<b>Primärelemente und Sekundär-elemente .....</b>	<b>318</b>
<b>16.1</b>	<b>Planung von Antrieben .....</b>	<b>283</b>	<b>17.1</b>	<b>Primärelemente (Trockenelemente) .....</b>	<b>318</b>
16.1.1	Eigenschaften von Motoren .....	283	<b>17.2</b>	<b>Sekundärelemente .....</b>	<b>319</b>
16.1.2	Schutzarten von Motoren .....	284	<b>18</b>	<b>Projektbearbeitung .....</b>	<b>320</b>
16.1.3	Betriebsarten .....	285	<b>Lernsituation 1:</b> Drehfeldrichtungsanzeiger .....	321	
<b>16.2</b>	<b>Drehstrom-Asynchronmotoren .....</b>	<b>286</b>	<b>Lernsituation 2:</b> Elektroinstallation eines Hausanschlussraumes .....	323	
16.2.1	Kurzschlussläufer-Motoren .....	286	<b>Firmenverzeichnis .....</b>	<b>326</b>	
16.2.2	Eigenschaften von Asynchronmotoren ..	288	<b>Sachwortverzeichnis Deutsch – Englisch .....</b>	<b>327</b>	
16.2.3	Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer .....	290			
16.2.4	Polumschaltbare Asynchronmotoren ..	290			